

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

**In re U.S. Patent Application of** )  
TANIMOTO et al. )  
**Application Number:** To be assigned )  
**Filed:** Concurrently herewith )  
**For:** RADIO FREQUENCY MODULE )

JC997 U.S. PRO  
09/883186  
06/19/01

**Honorable Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231**

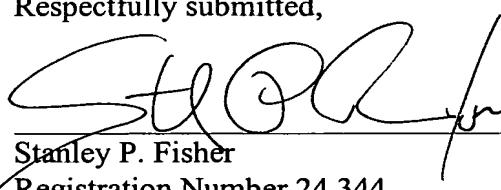
**REQUEST FOR PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. § 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of August 30, 2000, the filing date of the corresponding Japanese patent application P2000-265991.

The certified copy of corresponding Japanese patent application P2000-265991 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copies is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

  
Stanley P. Fisher

Registration Number 24,344

**REED SMITH HAZEL & THOMAS LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200  
June 19, 2001

**JUAN CARLOS A. MARQUEZ**  
Registration No. 34,072

22-2828  
H/S MTS

JC997 U.S. PRO  
09/883186  
06/19/01

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 8月30日

出願番号  
Application Number:

特願2000-265991

出願人  
Applicant(s):

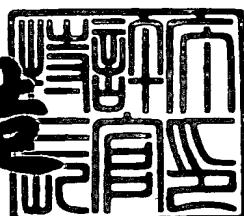
株式会社日立製作所

出願書類  
提出者  
印

2001年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3033934

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P0027

【提出日】 平成12年 8月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/338

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 谷本 琢磨

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 ▲高▼谷 信一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 近藤 博司

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体表面に少なくとも能動素子を持つ高周波回路と、上記高周波回路の入力及び出力の信号線とが形成され、上記入力及び出力の信号線が信号線バイアホールによって上記半導体表面から裏面に導かれる構成の高周波モジュールであって、上記信号線バイアホールの近傍に接地のための接地バイアホールが形成され、上記信号線バイアホールと上記接地バイアホールとがマイクロストリップ線路を形成するように構成されたことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項2】

上記能動素子の近傍に接地バイアホールを設置したことを特徴とする請求項1記載の高周波モジュール。

【請求項3】

上記能動素子がくし型電極構造を有し、上記くし型電極の中の接地電極を上記接地バイアホールにより上記基板裏面に接続してなることを特徴とする請求項1又は2記載の高周波モジュール。

【請求項4】

上記信号線バイアホールの長さと、上記接地バイアホールと信号線バイアホールと間の間隔の2倍との和は、接地のためのバイアホールの長さよりも短いことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の高周波モジュール。

【請求項5】

上記信号線のストリップ線路のインピーダンスが、上記信号線路の特性インピーダンスに近似する値に設定されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高周波モジュール。

【請求項6】

信号線バイアホールと、接地バイアホールは、いずれも幅が20ミクロン以下の長方形のマイクロバイアホールであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか記載の高周波モジュール。

【請求項7】

基板裏面が、信号線領域と設置領域との間の領域を除き全面金属により被着されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の高周波モジュール。

【請求項8】

上記半導体基板裏面にはんだ金属と、その拡散防止のためのバリア金属とを積層したことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の高周波モジュール。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかに記載の高周波モジュールを実装基板に実装して構成された事を特徴とする高周波回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高周波モジュールに係り、更に詳しく言えば、バイアホールを用いた実装方法の改善により小型、高性能化される高周波増幅器、発振器などの高周波回路モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

高周波モジュールはその使用機器の小型化要求によりその実装技術の改善が多く提案されている。特に小型化要求に対する実装技術として、ワイヤボンディングに換え、バイアホールを使用した結線が行われる。しかし、処理信号の周波数の高周波化にともない、バイアホールを使用しても、そこを通る線路のインピーダンスによる性能劣化が無視できなくなっている。

【0003】

このインピーダンスの影響を軽減する手段として、高周波モジュールが誘電体基板に形成され、バイアホールがその誘電体基板に形成されるものでは、信号線バイアホールの近傍に、キャパシタンスを形成し、バイアホールを通る線路のインピーダンスを打ち消す技術が知られている。例えば、図10に示すよう、誘電体基板26の表裏両面に信号配線27が形成され、信号配線27は、基板26を貫通して設けられた信号バイアホール28により互いに接続されている。その近

傍に垂直設置導体29を設け、キャパシタンスを形成し、信号バイアホール28の特性インピーダンスを信号配線27の特性インピーダンスに整合している（特開平11-2150371号）。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記従来知られている技術では、高周波モジュールが誘電体基板に形成されるもので、この技術を半導体基板に高周波回路を形成する高周波モジュールに直ちに適用できるものではなく、特に、信号バイアホールは、円柱状であり、この直径を大きくする事は困難であり、中心導体の抵抗値が大きくなり、熱損失の問題がある。また、接地用の導体の最適な形態については、特に開示されておらず、また、高周波モジュール形成する場合は、小型化、特性の改善の他に、熱の発生等の問題がある。

#### 【0005】

従って、本発明の目的は、バイアホールを用いて実装サイズを増加させること無く、特性の改善と同時に発熱を少なくした半導体基板を用いた高周波モジュールを実現することである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の高周波モジュールは、半導体表面に少なくとも能動素子を持つ高周波回路と、上記高周波回路の入力及び出力の信号線とが形成され、上記入力及び出力の信号線が信号線バイアホールによって上記半導体表面から裏面に導かれる構成の高周波モジュールにおいて、

上記バイアホールの近傍に接地のための接地バイアホールが形成され、上記信号線がバイアホールと上記接地のためのバイアホールがマイクロストリップ線路無いしストリップ線路を形成するように構成される。

#### 【0007】

本発明によれば、半導体基板を用いた高周波モジュールであって、信号線バイアホールと接地バイアホールとが形成するストリップ線路は、その断面が図4（a）又は（b）のようになり、信号線の両脇あるいは片側の近傍に接地導体がある

場合、信号線のインダクタンス成分を接地導体との間の容量が打ち消すことができ、広い周波数範囲において任意のインピーダンス線路を形成することができる。ストリップ線路のインピーダンスは、信号線バイアホール13の幅をS、厚さをW、接地バイアホール12の幅をG、厚さをW、バイアホール12及び13を取り巻く半導体基板の透磁率及び誘電率をそれぞれ $\mu_0$ 及び $\epsilon_0 \epsilon_r$ とし、信号線バイアホール13の幅Sと、接地バイアホール12と信号線バイアホール13と間の間隔Lの2倍との和が接地バイアホール12の幅Gよりも短い場合、(a)の場合、マイクロストリップ線路のインピーダンスは式(1)のようになり、

【0008】

【数1】

$$Z = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}} \frac{2L + W}{S} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

【0009】

(b)の場合、マイクロストリップ線路は式(2)のようになる。

【0010】

【数2】

$$Z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}} \log \left\{ F_1 \frac{L}{S} + \sqrt{1 + \left(\frac{2L}{S}\right)^2} \right\} \dots \dots \dots \quad (2)$$

【0011】

ここでF1は物質パラメータである。

【0012】

例えば、半導体基板がGaAs基板で、マイクロストリップ線路のインピーダンス

を望ましい50オームを達成するために、 $w=10$ ミクロン、 $S=100$ ミクロンとした場合、いずれの線路もLが50～100ミクロン程度となる。このような短い間隔Lのバイアホールは、以下の実施例で説明するように、幅10～20ミクロンの溝をドライエッティングにより100ミクロン近くまで削る技術で実現できる。

### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

図1は本発明による高周波モジュールが使用される高周波回路装置の一実施形態を示す。本高周波回路自体は、従来知られている高周波回路と同じで、アンテナ8からの受信信号は、フィルタ7、受信用低雑音増幅器1、フィルタ7、ミキサ4、フィルタ7を介してベースバンド周波数回路9で受信処理をする。送信すべきベースバンドの信号は、ミキサ4、バーストスイッチ6、利得可変増幅器3、フィルタ7、送信用高出力増幅器2、フィルタ7及びアンテナ8を介し送信される。ミキサ4には発信器5の信号が加えられる。

### 【0014】

図中斜線を示した受信用低雑音増幅器1、送信用高出力増幅器2、利得可変増幅器3、発振器5の部分のように能動素子を含む回路部の少なくとも一部が本発明の高周波モジュールで構成される。図中、丸印の部分が上記マイクロストリップ線路を構成するバイアホール部である。

### 【0015】

図2は、本発明による高周波モジュールの一実施例の構成を示す図である。本実施例は、くし型電極構造を持つ能動素子の例を示し、(a)、(b)、(c)及び(c)は、それぞれ表面図、裏面図、A-A'断面図、及びB-B'断面図を示す。

半導体基板10の表面に能動素子がくし型電極構造の增幅回路11と、増幅回路11の入力及び出力の信号線14とが形成され、上記入力及び出力の信号線14が信号線バイアホール13によって上記半導体表面から裏面に導かれる構成の高周波モジュールを構成する。上記バイアホール13の両側に接地のための接地バイアホール12が形成され、信号線バイアホール13と接地バイアホール12が半導体基板10と共にマイクロストリップ線路を形成する。

## 【0016】

また、くし型電極の中の接地電極を接地バイアホール12により半導体基板1の裏面に接続している。半導体基板1の裏面には、信号線領域と設置領域の間の領域15を除き、全面金属が被着されている。上記金属の表面には、その拡散防止のためのバリア金属及び半田層を形成する。

## 【0017】

上記実施例の製造方法を説明する。通常の半導体プロセスにより半導体基板10上に増幅器11を形成後、半導体基板10上の所望の位置にホトリソグラフィープロセスにより信号線用14のための開口部13及び接地のための開口部12を設ける。この開口断面はは、厚さ10ミクロン、間隔は50ミクロンとした。

## 【0018】

次に、ドライエッティングプロセスにより、開口部13及び12の半導体基板1を70ミクロンエッティングする。基板表面のレジストを除去したのち、開口部13及び12の内面にスパッタ法により金属を蒸着する。次に、所望の位置をホトリソグラフィーにより開口を設けた後、選択メッキにより金属を被覆する。

## 【0019】

次に、半導体基板1の表面を別の基盤に貼り付け、機械研磨とウエットエッティングにより半導体基板1を80ミクロンにまで薄層化する。次に、ホトリソグラフィーにより基板の所望の位置に開口を設け、ウエットエッティングにより開口部をエッティングし、表面から開けた穴13を露出させる。次に、金属16を被着させ、ホトリソグラフィーとミリングにより図(b)の12のような接地のためのバイアホールを含む裏面パターン16を形成する。

## 【0020】

図4及び図5はいずれも本発明による高周波モジュールの他の実施例の斜視図である。本実施例は、高周波モジュール17が発振器を含むものであり、高周波モジュール17は、線路導体20が形成された絶縁基板からなる実装基板18上に、高周波モジュール17の裏面の信号線バイアホールが、線路導体20に接続されるように実装される。

## 【0021】

本実施例の発信器の性能は、実装前で発信周波数7.6.5GHz、周波数ばらつきの分散は0.1GHz、発信出力6.0dBmであり、実装後の高周波モジュールの性能は、発信器として発信周波数7.6.5GHz、周波数ばらつきの分散は0.1GHz、発信出力5.9dBmであったが、バイアホールを使用せず、ワイヤボンディングで実装したもの発信周波数7.4GHz、周波数ばらつきの分散は1.3GHz、出力3.2dBm、また、信号線バイアホールを使用し、接地バイアホールを使用しないで実装したものでは発信周波数7.6.3GHz、周波数ばらつきの分散は0.2GHz、出力5.8dBmであった。

## 【0022】

図5の実施例は、図4に示した高周波モジュールのプロセスと同じプロセスから、発信回路を取り除いたものを作成し、外部誘電体共振器20を含め、誘電体基板18上に実装したものである。本実施例の実装において、基板17の裏面には半田接続のためのAuSnと、そのバリア材（拡散防止）であるNiを被着しておき、誘電体基板18を加熱することにより実装した。

## 【0023】

本実施例の発信器の性能は、発信周波数7.6.5GHz、周波数ばらつきの分散は0.1GHz、発信出力8.5dBmであった。本実施例でも、実施例1と同様、従来例1と2を作成した。従来例1では発信せず、従来例2では発信周波数7.6.2GHz、周波数ばらつきの分散は0.4GHz、出力8.0dBmであった。

## 【0024】

図6は、本発明による高出力増幅器の高周波モジュールのシミュレーション結果を示す。シミュレーションでは、7.7GHzでピークをもつ高出力增幅回路21の前後にインダクタンス22を挿入した場合の周波数ピークのシフト、定在波比(VSWR)、及び損失である。ワイヤボンディングの場合は、通常200pH程度のインダクタンスが寄生するため、周波数シフトは4GHz、ロス(損失)も6dB程度と極めて大きいものとなった。従来の信号線バイアホールのみ使用のものは、インダクタンス20pH程度であり、損失は0.2dB程度であるのに対し、本実施例のものでは、寄生インダクタンスはほとんど消去されるので、損失は殆ど無い

## 【0025】

図7は、本発明による発振器の高周波モジュールのシミュレーション結果を示す。シミュレーションでは、76.5GHzで発振する回路25と、增幅回路24との間にインダクタンス23を入れてシミュレーションした。ワイヤボンディングの場合では発信しない。また、従来の信号線バイアホールのみを使用したものでは、インタクタンスばらつきが実測の5pH程度の場合、発信周波数のばらつきが0.4GHzた。これは、回路として許容されるばらつき0.5GHzと殆ど同じであり、殆ど歩留まりが取れないことを意味している。また、本実施例ではこのばらつきを考慮する必要が無いため、安定した素子性能を得ることができる。

## 【0026】

図8及び図9は、本発明による高周波モジュールの他の実施例の構成を示す平面図及びその放熱効果をの測定結果を示すグラフである。

図8において、CaAs基板10に、能動素子を含む発熱部25、発熱部2の入出力線路14、入出力線路14の端部に信号線バイアホール及13及び接地バイアホール12が形成されている。更に発熱部25の両側に、信号線バイアホールと接地バイアホールと同じ距離間隔aの接地バイアホール12が形成されている。

## 【0027】

図9は上記実施例における距離間隔aを可変した場合の、発熱体25近くの温度（ジャンクション温度）を示す。同図から明らかなように、接地バイアホールが無い場合に比較し、距離50～200ミクロンの範囲において著しい放熱効果は認められる。

## 【0028】

上記実施例では、増幅器、発振器の場合について説明したが、本発明は、上記実施例に限らず、ミキサなどの高周波アナログ回路や、マルチプレクサ、デマルチプレクサなどのデジタル回路、光素子などに適用できることは言うまでもない。

## 【0029】

また、実施例で用いた基板厚さやバイアホールの間隔、幅なども用途に応じて

変えることも可能である。また、実施例では信号線バイアホールの両脇に接地用バイアホールを形成する場合を説明したが、図3(b)のように、信号線バイアホールの片方にのみ接地用バイアホールを形成するマイクロストリップライン型などの配置をとることもできる。

### 【0030】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、半導体基板で構成する高周波モジュールの実装において、信号線バイアホール及び接地用バイアホールを半導体製造プロセスでマイクロストリップ線として構成できる。また、実装サイズを小さくでき、また、実装ロスとそのばらつきを小さく抑えることができるため、高周波モジュールに適用した場合、発信器の発信周波数の安定性、位相ノイズの低減、高出力増幅器の利得、効率向上などの効果が得られ、高周波回路、モジュールの小型高性能化が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の高周波モジュールが使用される高周波回路装置の一実施形態の構成を示す図である。

##### 【図2】

本発明による高周波モジュールの一実施例の構成を示す図である。

##### 【図3】

本発明で実現されるストリップラインの説明図である。

##### 【図4】

本発明による高周波モジュールの一実施例の構成を示す斜視図である。

##### 【図5】

本発明による高周波モジュールの他の実施例の構成を示す斜視図である。

##### 【図6】

本発明による高周波モジュールの効果を説明するグラフである。

##### 【図7】

本発明による高周波モジュールの効果を説明するグラフである。

【図8】

本発明による高周波モジュールの更に他の実施例の構成を示す平面図である。

【図9】

図9に示す実施例の放熱効果の測定結果を示すグラフである。

【図10】

従来知られている高周波モジュールの構成を示す平面図である。

【符号の説明】

10…半導体基板、11…高周波回路、12…接地のためのバイアホール、

13…信号のためのバイアホール、14…入力及び出力信号線、15…間隙

16…裏面電極、17…発振回路モジュール、18実装基板、

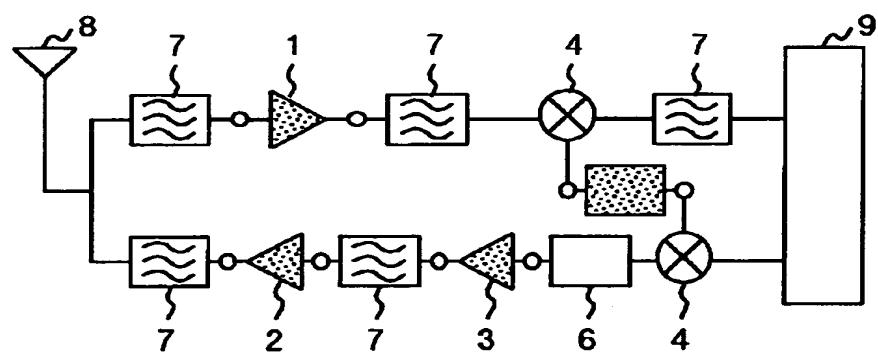
19…誘電体共振器、20…信号線路、21、24…增幅回路、

22、24…インダクタンス、15…共振器、26…発熱体。

【書類名】 図面

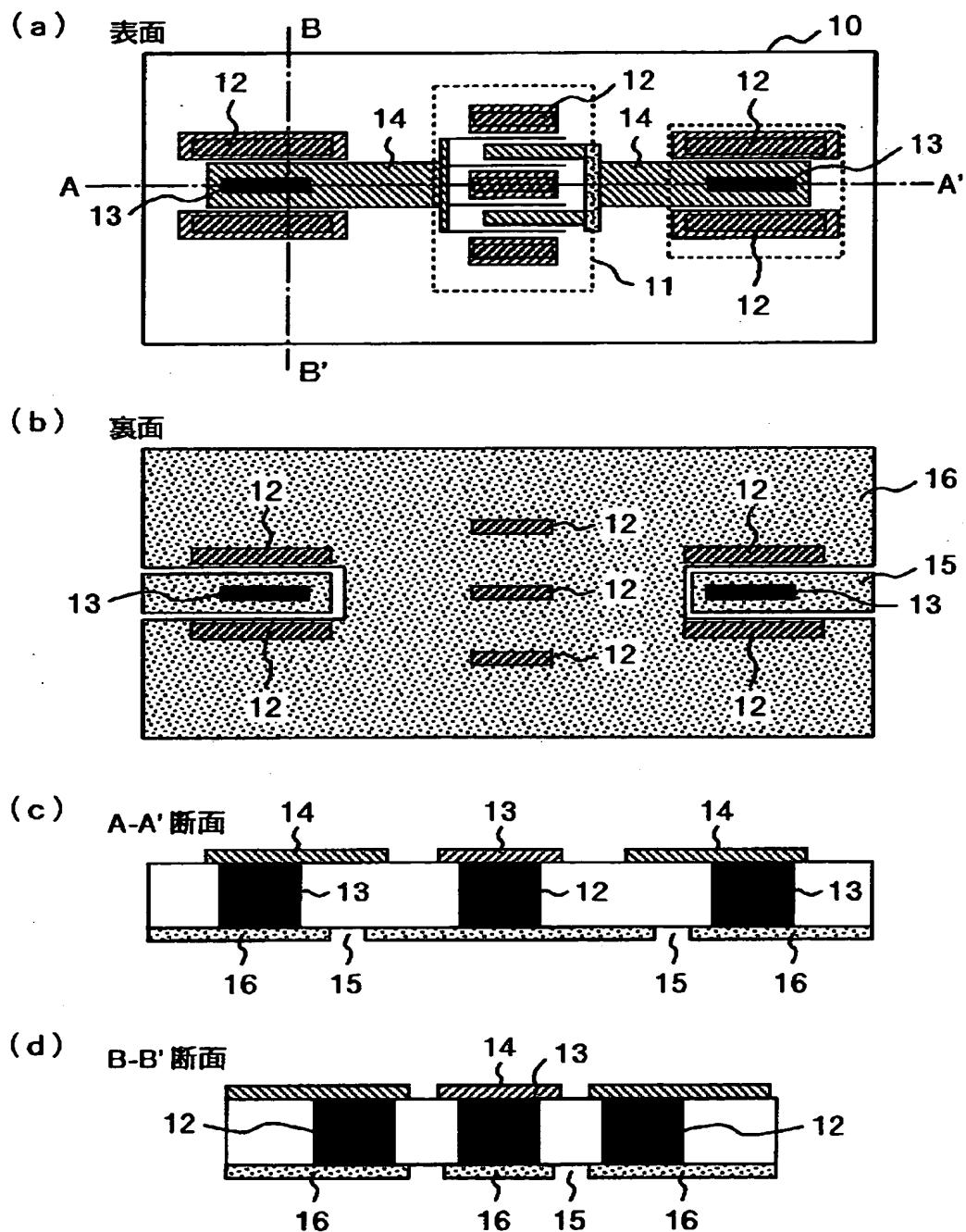
【図1】

図 1



【図2】

図 2

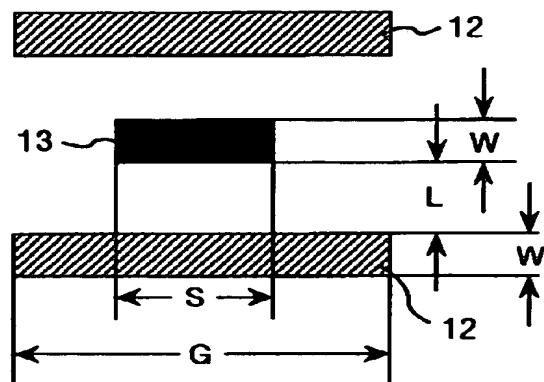




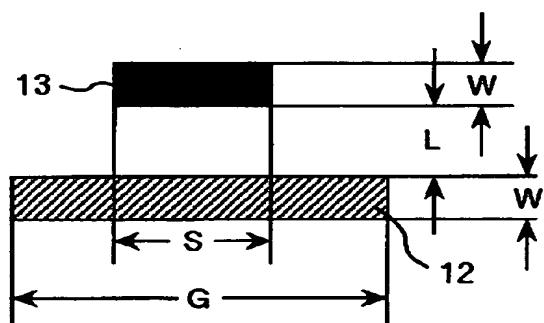
【図3】

図 3

(a)

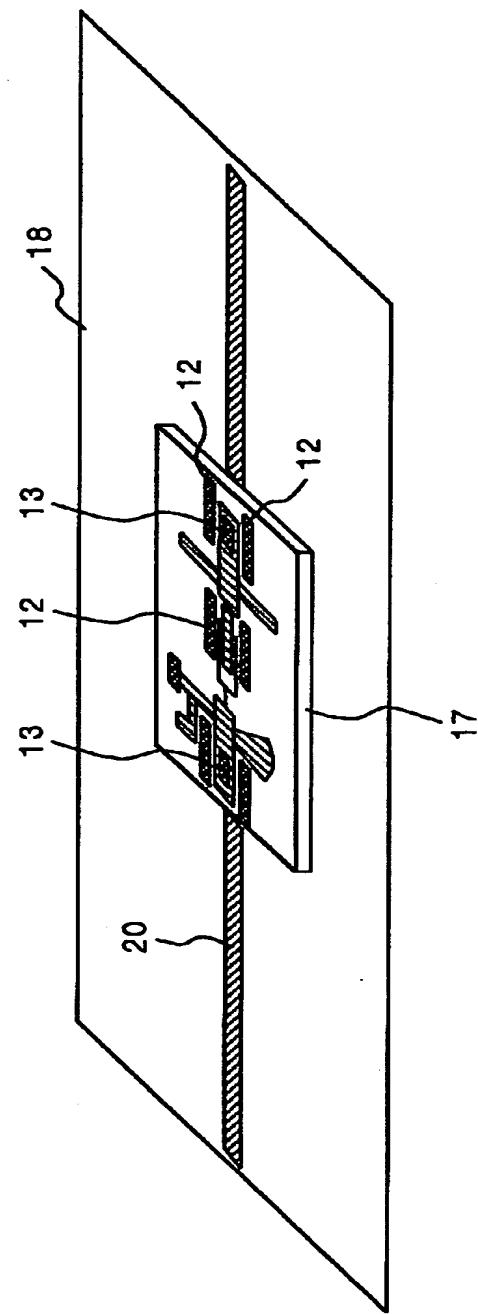


(b)



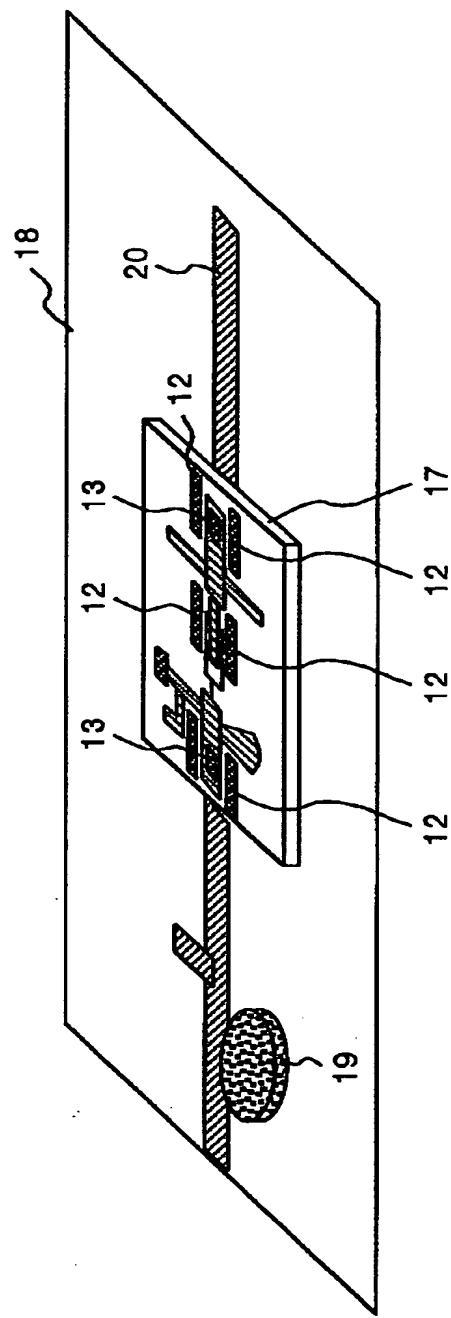
【図4】

図4



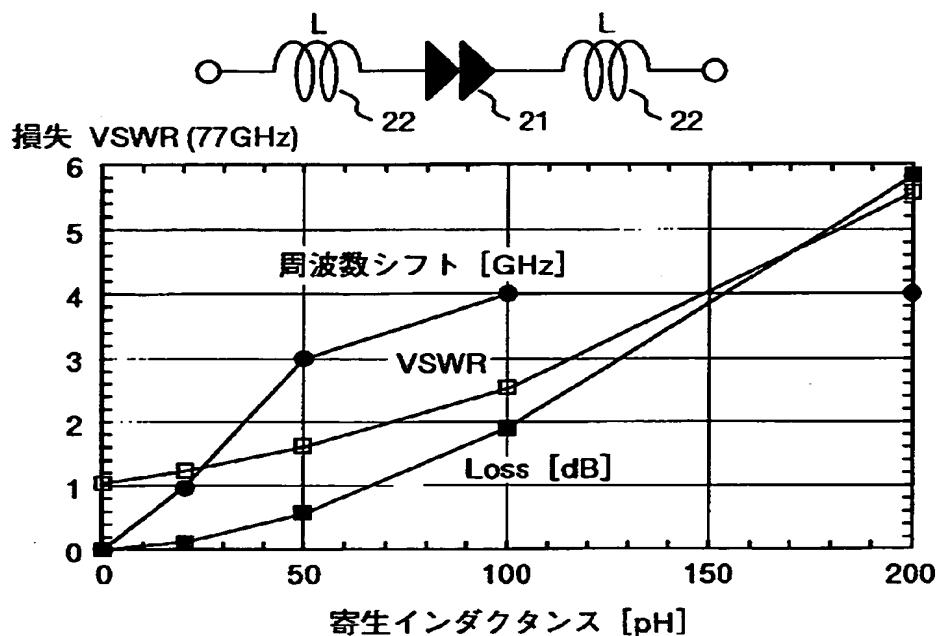
【図5】

図 5



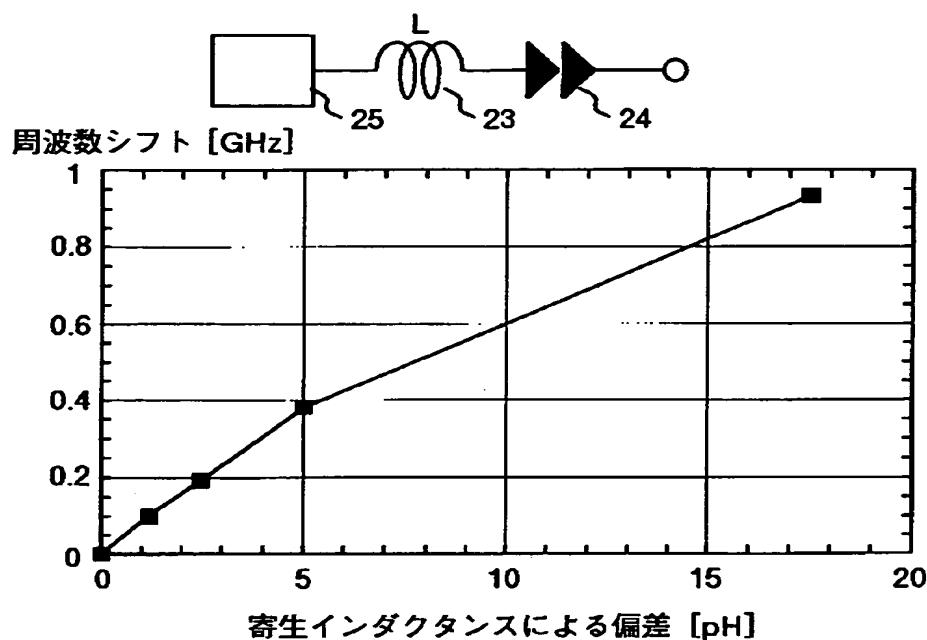
【図6】

図 6



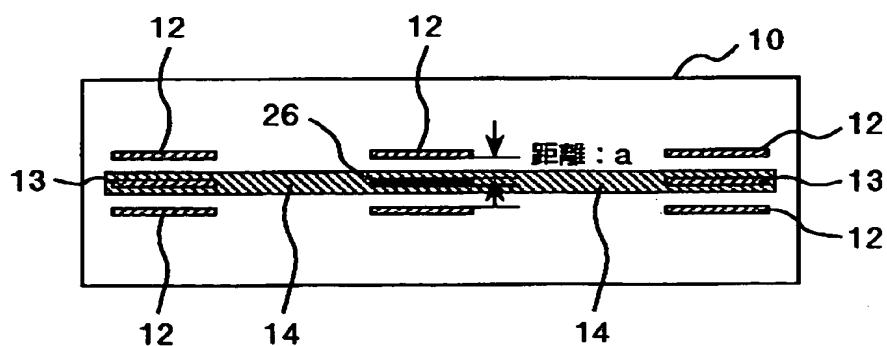
【図7】

図 7



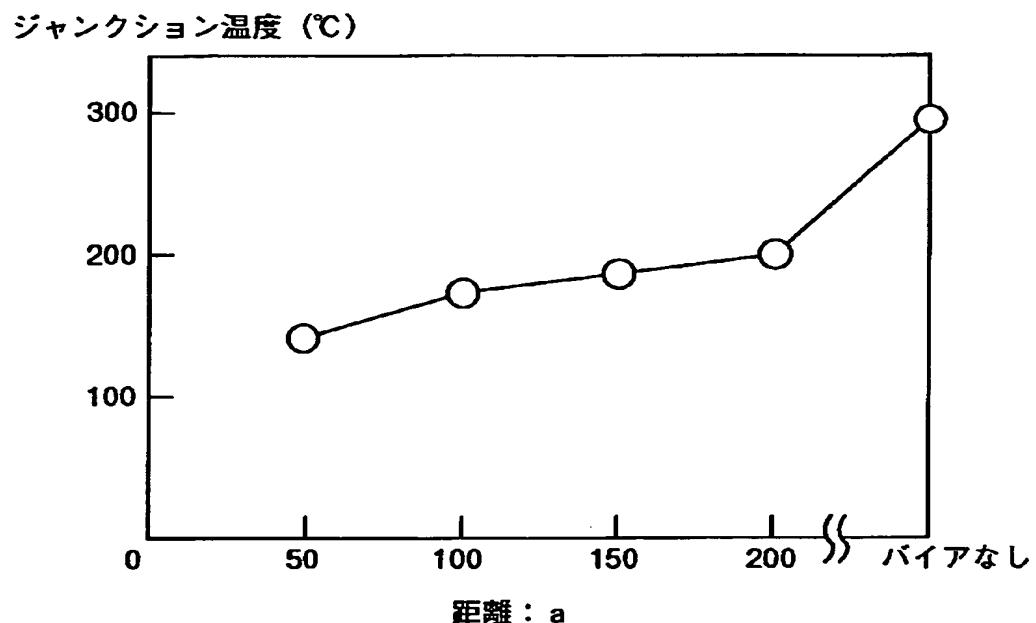
【図8】

図 8



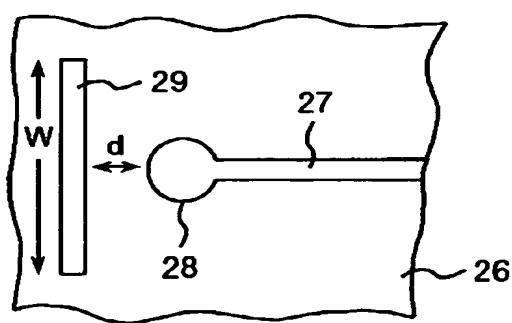
【図9】

図 9



【図10】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 実装サイズを小さくし、実装ロスとそのばらつきを小さくと同時に発熱の少ない高周波モジュールの実装方法を実現する。

【構成】 バイアホールと、信号のための電極と接地のための電極を基板表面に具備した高周波モジュールにおいて、該信号のための電極14の下にバイアホール13を設け、かつ信号のための電極14の両脇に接地のためのバイアホール12をストリップ線路となるように形成し、能動素子を含む高周波回路11の入出力の両側を上記バイアホール13を介して他の回路と結合する。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏名 株式会社日立製作所